

LICENCIATURA EM FÍSICA
INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
UFRJ

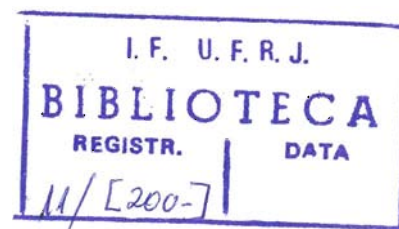


O ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO

ALUNO:
ELISMAR COSTA DA SILVA
DRE 100104172

ORIENTADOR:
JOÃO JOSÉ FERNANDES DE SOUSA

11/[200-]



Agradecimentos

Agradeço a meus pais, Elismar Ávila da Silva e Valéria Cristina Costa da Silva, pela formação moral que me deram; a minha esposa Patrícia Affonso pela paciência, compreensão e incentivo, principalmente nos momentos mais críticos.

Aos meus amigos que sempre se fizeram presentes Guilherme, David, Ricardo, Valdecir e Marcos Leônidas que desde o início da graduação sempre estiveram ao meu lado em tudo.

Ao meu orientador, Dr. João José Fernandes de Sousa, que na universidade se dedicou em me ajudar em minhas dificuldades; sem dúvida que tem sido uma pessoa fundamental para meu caráter profissional e na elaboração deste trabalho.

À professora Susana de Souza Barros pelas críticas construtivas que fez a este trabalho.

Ao amigo Eliel Eliotério Farias, aluno de física da UFF, pelas críticas e sugestões que muito contribuíram neste trabalho.

Resumo

Este trabalho tem o propósito de avaliar o efeito da utilização de material didático complementar das atividades propostas nos cadernos de leitura do gref (1998), para o estudo dos conteúdos de Física, na área de eletrodinâmica.

A intervenção em sala de aula teve a participação de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio de escolas particulares; sendo uma controle e a outra experimental. Por determinação das escolas o livro texto não é obrigatório. O procedimento do trabalho elaborado foi ministrar aulas e avaliações idênticas para ambas as turmas. As aulas regulares utilizaram estratégias de ensino-aprendizagem tais como demonstrações, questionários e planos de aula. Na turma experimental foram introduzidas às atividades adicionais (Leituras de Física do GREF), para serem feitas em casa e entregues na aula seguinte, que tem período de uma semana. Na turma controle esta estratégia adicional não foi aplicada.

Os resultados mostram que tanto na sala de aula como nas avaliações, a turma experimental teve melhor desempenho na medida em que, os alunos faziam perguntas, questionavam e interagiam com os conteúdos lecionados. Quanto à influência dos textos em relação à prova, observou-se melhor compreensão conceitual na turma experimental.

Concluimos que a aplicação das Leituras de Física do GREF como estratégia teve influência positiva no processo de ensino-aprendizagem de Física, podendo ser estendido para outros conteúdos de física através de leituras que estimulem e influenciem o discente a refletir e trazer novas idéias para serem discutidas em sala de aula.

Índice

1. Introdução.	1.
2. Justificativas para a metodologia.	2.
2.1. Parâmetros Curriculares Nacionais.	2.
2.2. Levantamento bibliográfico das Concepções Espontâneas.	4.
2.3. Leituras de Física do GREF.	7.
3. Descrição da metodologia.	8.
4. Plano de aula.	13.
5. Estratégias Utilizadas.	15.
5.1. Experiências demonstrativas como estratégia didática.	15.
5.2. Questionários sobre as demonstrações em aula.	16.
5.2.1. Questionário de corrente elétrica.	17.
5.2.2. Questionário de diferença de potencial.	19.
5.2.3. Questionário de associação de resistores.	22.
6. Resultado da avaliação bimestral.	24.
7. Conclusão.	39.
8. Referências Bibliográficas.	40.
9. Anexo	42.

1. – Introdução

O conteúdo de Física lecionado de forma tradicional, limitado ao quadro negro e com uma abordagem predominantemente quantitativa é apontado como um dos responsáveis pela dificuldade do aprendizado da maioria dos alunos. Algumas das causas alegadas para essa falta de motivação é que a física é complicada e foi feita para ser estudada somente pelos cientistas, ou por acreditarem que nunca conseguirão entender a matéria, já que o professor leciona teoria abstrata com muita matemática sem que haja um meio termo. Com a dificuldade de aprendizado há um desinteresse pela matéria. Os alunos vão à escola não para adquirir conhecimentos e, sim, para “alcançar as médias e passar de ano”, o que é uma triste realidade educacional. Visando modificar essa realidade os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002) orientam o professor para direcionar o ensino-aprendizagem do aluno em termos de um processo histórico, na medida em que é objeto de contínua transformação e em termos da compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos do cotidiano doméstico, social e profissional. Nas aulas de Física da Escola Básica, muitos professores utilizam estratégias envolvendo experimentos, avaliações frequentes, análise de concepções espontâneas para formulação de plano de aula, com o objetivo de enfrentar esses problemas de sala de aula.

Outra demanda para as aulas de física decorre das exigências em relação às inovações tecnológicas, pois as aplicações práticas presentes no mercado de consumo têm um ritmo de transformação acelerado. O professor necessita de material didático para poder discutir aplicações modernas da física que perpassam na vida cotidiana do aluno. O uso de demonstrações em sala de aula é bem aceito pelos alunos, por ser uma estratégia que envolve os mesmos com a realidade do seu cotidiano e desperta a curiosidade. Por outro lado, existe uma resistência em relação ao estudo, à leitura, ao dever de casa e aos exercícios extra-classe. Os alunos não aceitam estes hábitos. Um exemplo disso é que, no âmbito desta monografia, houve a necessidade de pontuação para que os alunos realizassem as tarefas solicitadas.

O presente trabalho tem o propósito de avaliar o efeito da utilização de material didático complementar, que compreende o conjunto de atividades propostas nos cadernos de leitura do GREF (1998). O conteúdos de Física estudados são específicos da área de eletrodinâmica. Algumas das características do texto de “Leituras de Física” do GREF que

motivaram a definição dessa estratégia foram começar cada assunto por descrever os fenômenos mais simples, relativos aos assuntos e ligados à vida diária; a interpretação física dos mesmos ser simples, intuitiva, de modo que os estudantes sentem e visualizam os princípios; o uso da matemática na física não ser exagerado, sob pena de desviar a atenção do estudante, que deve estar antes voltada para dominar intuitivamente os fatos físicos da realidade que o envolve e também exercitar o hábito da leitura.

2. - Justificativa para a metodologia

A escolha da metodologia de ensino depende do estudo de pesquisas que orientem o professor em sala de aula e no seu contato com os alunos. A utilização de estratégias que prevêm a melhor maneira de ordenar a ação, segundo certos princípios de ensino. As estratégias utilizadas foram plano de aula, demonstrações experimentais com questionário e as atividades extra-classe das Leituras de Física do GREF, tendo sido objeto de avaliação do efeito da aplicação desta última. As justificativas para o uso de estratégias resultam de adequação aos Parâmetros Curriculares Nacionais, do levantamento bibliográfico de concepções espontâneas e das características construtivistas das Leituras de Física do GREF de eletromagnetismo.

2.1. - Parâmetros Curriculares Nacionais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais regulamentaram a reformulação do Ensino Médio no Brasil em 1998. Os Parâmetros Curriculares Nacionais direcionam o processo de ensino-aprendizagem para habilidades e competências que se concretizam em ações, objetos, assuntos, experiências as quais envolvem um determinado olhar sobre a realidade, sendo desenvolvida em tópicos diferentes, assumindo formas diferentes em cada caso, tornando-se adequada ao contexto em que estão sendo desenvolvidas. As habilidades desenvolvidas são: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural. As competências decorrentes são:

- *Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.*
- *Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.*
- *Compreensão de tabelas, gráficos e relações gráficas para expressão do saber físico.*
- *Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica.*
- *Desenvolver a capacidade de investigação física presentes nos equipamentos.*
- *Desenvolver a investigação Física, classificando, organizando, sistematizando, identificando regularidades e compreendendo o conceito de medir.*
- *Desenvolver a capacidade de investigação física.*
- *Compreende a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos.*
- *Descobrir o “como funciona” os aparelhos e a capacidade de conhecer e utilizar conceitos físicos.*
- *Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.*
- *Construir e investigar situações-problema, identificando a situação física, utilizando modelos físicos, generalizando de uma a outra situação, prevendo, avaliando, analisando previsões.*
- *Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.*

As competências descritas foram trabalhadas pelos alunos nas estratégias utilizadas: demonstrações experimentais com questionários e atividades extra-classe das Leituras de Física do GREF. As competências acima influenciaram a escolha do material didático que vem sendo utilizado e na forma como vem sendo aplicado.

2.2. - Levantamento bibliográfico das concepções espontâneas

Um problema relevante no Ensino de Física é a existência de concepções espontâneas trazidas pelos alunos, as quais dificultam a construção de modelos sólidos e interferem com as tomadas de decisão que necessitam de conceitos científicos. As concepções espontâneas em física têm sido pesquisadas em trabalhos científicos. Os artigos encontrados investigam distintos níveis de ensino. A principal contribuição é que a identificação das concepções espontâneas auxilia a preparação de plano de aula, preparação de estratégias e reformulação do currículo.

Para incorporar nesta monografia a discussão sobre as concepções espontâneas, elas foram retratadas da pesquisa, tendo sido selecionados alguns trabalhos referentes à área de eletrodinâmica, os quais apresentam métodos de avaliação e relatos de atitudes dos alunos referentes aos conteúdos lecionados em física.

Os artigos de McDermott & Shaffer (1992), Aguiar Jr. (1999), Barbosa, Paulo & Rinaldi (1999) e Farias (2003) destacam diversas concepções espontâneas trazidas pelos alunos em eletrodinâmica. Abaixo são descritas as concepções espontâneas mais importantes para o assunto de eletrodinâmica.

Conteúdo de circuito elétrico simples

- Os alunos fazem a montagem com um só fio, ligando a lâmpada geralmente no pólo positivo da pilha ou bateria.
- A montagem é feita com dois fios ligados nas extremidades (+) e (-) da pilha em um só terminal da lâmpada.

Conteúdo de corrente elétrica

- A corrente elétrica têm os dois sentidos partindo dos dois terminais da pilha, sentido das cargas positivas e sentidos das cargas negativas.
- A corrente elétrica é interpretada como uma energia que circula em um único sentido e ao passar pelos componentes é consumida à medida que atravessa cada elemento do circuito e a intensidade da corrente elétrica é menor para o outro componente.
- Tendência em raciocinar sequencialmente e localmente, sendo o circuito elétrico analisado por partes, sem considerar os outros elementos do circuito ou o circuito como um todo.

Conteúdo de intensidade luminosa

- Nos circuitos as lâmpadas têm a mesma luminosidade, sendo que a lâmpada de maior potência não usa toda a energia só o suficiente para brilhar igual à lâmpada de menor potência.
- Justificam que o brilho da lâmpada depende do fio ou da fonte de energia se são os mesmos teremos o mesmo brilho.
- A potência da lâmpada define sua intensidade luminosa.
- A explicação do brilho das lâmpadas fica confusa quando usam as equações: $V = iR$ e $P = iV$, Já que não conseguem interpretar estas fórmulas nem matematicamente nem fenomenologicamente.

Conteúdo de circuito elétrico

- A análise de circuito série ou paralelo é usada para justificar que o brilho da lâmpada é igual, quando os componentes são idênticos.
- Dificuldades para interpretar as representações gráficas dos circuitos. Não associam os circuitos reais com suas representações gráficas.
- Dificuldade em identificar e associar as conexões em série e paralelo.

Conteúdo de diferença de potencial

- Na instalação residencial os fios fase e neutro são identificados como os terminais positivo (+) e negativo (-).
- Dificuldade no entendimento e da relação entre potencial e diferença de potencial.
- Dificuldade em identificar e associar seções conectadas em paralelo com uma bateria e conectadas em paralelo em outra parte do circuito elétrico.
- Crença em que a bateria é uma fonte constante de corrente.

Conteúdo de que se refere aos erros conceituais

- Apresentam dificuldade para distinguir e utilizar termos como: diferença de potencial, tensão, corrente, energia, potencial e frequência.

O artigo de Barros Filho & Silva (1999), destaca criticamente o processo de avaliação e reporta algumas das dificuldades dos alunos em eletrodinâmica. Segundo os autores, as avaliações estão padronizadas não abordando as situações físicas e não fazem com que os alunos tentem desenvolver sua própria metodologia de perguntas e respostas.

Para encontrar a solução o autor propõe um sistema de avaliação contínuo planejado de forma conjunta com as atividades de ensino. Para que essas atividades tenham possibilidade de vir a gerar o nível de aprendizagem desejado, elas devem ter elevada probabilidade de serem situações-problemas para os alunos, desafiando-os cognitivamente. Algumas das características das situações-problemas são:

- a) elas devem ser acessíveis a todos os alunos no começo;
- b) devem convidar os estudantes a tomarem decisões, formulando e testando hipóteses. Para isso, o problema deve contemplar diferentes processos para a obtenção de suas soluções;
- c) encorajar os estudantes a fazerem perguntas;
- d) promover discussões e comunicações;
- e) ser prolongável, no sentido de que devem apresentar desdobramentos e possibilidade de continuidade.

Tais atividades devem acompanhar o desenvolvimento do estudante. Para isso, deve-se estruturar o ensino em três eixos principais: conceitos, procedimentos e atitudes. As atividades descritas no artigo estão relacionadas com as concepções espontâneas trazidas pelos alunos nos conceitos de circuito elétrico fechado e modelo clássico de corrente elétrica, que pelo autor é muito resistente às mudanças.

As concepções espontâneas descritas dos artigos de McDermott & Shaffer (1992), Aguiar Jr. (1999), Barbosa, Paulo & Rinaldi (1999) e Farias (2003) são recorrentes. Apesar de serem abordadas de forma distinta, sejam por questionário, experiências, avaliações frequentes, atividades experimentais com perguntas, por cada autor elas coincidem. As concepções alternativas encontradas com mais frequência são referentes a circuito elétrico, modelo da corrente elétrica, a interpretação sobre o consumo de energia elétrica num circuito e, principalmente, na análise da diferença de potencial entre dois pontos do circuito elétrico.

Esta monografia se apropria do conhecimento sobre as concepções espontâneas como ferramenta de sala de aula, tornando-se implícito na preparação de plano de aula e na preparação de estratégias.

2.3. – Leituras de Física do GREF

A estratégia trabalhada nesta monografia, que utiliza a complementação das aulas regulares com as Leituras de Física do GREF (<http://axpfep1.if.usp.br/~gref>, 1998), segue as especificações dos Parâmetros Curriculares Nacionais na parte de competências e habilidades referentes à física. As aulas devem ser construídas através do aprender a conhecer e aprender a fazer, sendo administradas numa sequência, que pretende estimular os alunos no conhecimento do seu cotidiano, construindo o aprendizado com demonstrações e textos didáticos com atividades. Segundo esta estrutura o aluno interage mais, tem maior participação nas aulas, trazendo discussões de assuntos correlacionados com o conteúdo de sua convivência social. As atividades associadas com este trabalho foram desenvolvidas extra-classe. A linguagem dos textos é direcionada para uma Física do convívio dos alunos, que não têm noção da ligação do conteúdo lecionado com a Física do cotidiano. As Leituras de Física do GREF têm a função de estimular e influenciar o aluno a pensar e trazer novas idéias para serem discutidas em sala de aula. Além disso, realizam uma interpretação humorada de aspectos do cotidiano associados com o uso de equipamentos elétricos.

O grupo de Reelaboração do Ensino de Física começou seus trabalhos em 1984, de uma parceria entre professores da rede estadual de ensino de São Paulo e docentes do Instituto de Física da USP. Esse grupo teve como objetivo a elaboração de uma proposta de Ensino de Física para o Ensino Médio (2º grau), vinculada à experiência cotidiana dos alunos, procurando apresentar a eles a Física como um instrumento para melhor compreensão e atuação sobre a realidade. Essa proposta de ensino ganhou mais consistência com a publicação de três livros, sendo utilizado para comparação com a versão utilizada nesta monografia somente o livro de Física 3 - Eletromagnetismo - GREF.

Posteriormente foi publicada e colocada à disposição na Internet “As Leituras em Física”. Esta versão é projetada para uma melhor compreensão dos alunos com textos mais simples e divertidos. A organização do conteúdo é diferente da primeira obra, do livro de eletromagnetismo, sendo que ele respeitou a teoria de que a matéria de eletrostática é abstrata sendo elaborada em conjunto com eletrodinâmica. Este texto tem melhorias que são apontadas como fundamentais nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Aspectos relevantes dos textos disponibilizados no site do GREF é o formato, a organização do

conteúdo e os textos em si. O formato dos capítulos divide-os em quatro páginas, uma de introdução buscando o interesse dos alunos; as outras duas sobre o conteúdo e a última com exercícios ou atividades que fazem com que o aluno reflita e retorne ao conteúdo do capítulo. A organização do conteúdo é feita de forma que o próprio aluno identifique os elementos relevantes no seu estudo. O conteúdo não segue a ordem predominante nos livros do Ensino Médio, que explica eletrostática e logo em seguida eletrodinâmica. O motivo do texto do GREF não falar primeiramente sobre eletrostática é justificado pelos autores, pelo fato deste assunto ser abstrato para os alunos. O texto é trabalhado de forma conjunta. eletrostática, eletrodinâmica e magnetismo com uma ênfase dentro de eletrodinâmica sobre eletrostática e magnetismo. O texto tem uma leitura simples e interage com o leitor que pensa e reflete de uma forma engajada sobre o conteúdo.

Sua utilização contribui para um aprimoramento do conhecimento físico e do processo de ensino-aprendizagem, com o abandono da visão tradicional, encontrada em salas de aula análogas às descritas neste trabalho. Acredita-se que o uso do GREF como material instrucional, mesmo o emprego de partes, já representará um avanço para a melhoria da educação.

3. - Descrição da metodologia

O trabalho foi realizado, com duas turmas do Ensino Médio, com o propósito de avaliar o quanto à utilização de material didático, como atividade extra-classe, pode ser útil para o crescimento educacional. O material didático utilizado foi as “Leituras de Física” do GREF de eletromagnetismo (<http://axpfep1.if.usp.br/~gref>, 1998).

Para este determinado fim designamos as turmas como turma experimental e turma de controle.

Foram lecionadas aulas e avaliações idênticas como descrito no plano de aula, distinguindo-se apenas quanto à aplicação do material didático extra. Cabe destacar que os alunos não tinham livro texto, por determinação da escola, para baratear o custo do ensino. A turma experimental era composta por trinta e três alunos e a de controle por trinta e cinco; sendo que as duas mantinham a faixa etária entre dezessete a vinte anos, estudavam no horário noturno; as escolas eram particulares (mensalidade em torno de 50% do salário

mínimo), em bairros distintos (Padre Miguel e Ramos), sendo os alunos de classe média. Na turma experimental, foram aplicadas as Leituras de Física do GREF na forma de trabalho para casa. A princípio esta idéia não agradou aos estudantes, sendo necessário atribuir pontuação para realização de tais tarefas. Efetuar as leituras do GREF foi de grande valia, na medida em que, os alunos começaram a fazer perguntas, questionar, e até mesmo se interessar por relacionar as explicações com o seu cotidiano. O desempenho da turma de controle foi diferente: os alunos sem o trabalho extra, mostraram-se menos interessados, pois não questionavam, não interagiam, não participavam efetivamente da aula, e não fazia relação dos conteúdos ao seu cotidiano, apesar das aulas contarem com estratégias voltadas para isso (ver plano de aula, página 13 e 14).

O conteúdo de eletrodinâmica seguiu os tópicos listados abaixo, sincronicamente nas duas turmas.

1 Corrente Elétrica

- 1.1 Definição de corrente elétrica.
- 1.2 Sentido convencional da corrente elétrica.
- 1.3 Intensidade de corrente elétrica.
- 1.4 Corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada.
- 1.5 Medida da intensidade de corrente elétrica.

2 Diferença de potencial

- 2.1 Definição de diferença de potencial
- 2.2 Associação de pilhas
- 2.3 Medida da diferença de potencial.

3 Energia elétrica

- 3.1 Definição de energia elétrica.
- 3.2 Efeito Joule.
- 3.3 Potência elétrica.

4 Resistência elétrica

- 4.1 Definição de resistência elétrica.
- 4.2 Lei de Ohm

- 4.3 Resistividade de um material.
- 4.4 Associação de resistências em série.
- 4.4 Associação de resistências em paralelo.
- 4.5 Associação de resistências mista.

A intervenção com as Leituras de Física do GREF de eletromagnetismo foi organizada de modo a acompanhar o conteúdo programático. A aplicação deste material (com a numeração de capítulos original) obedeceu a seguinte ordem:

- 4 - Cuidado é 110 ou 220?
- 23 - A corrente elétrica vista por dentro
- 26 - Pilhas e baterias
- 5 - A conta de luz
- 7 - Chuveiros elétricos
- 8 - Lâmpadas e fusíveis
- 9 - A potência nos aparelhos resistivos
- 10 - O controle da corrente elétrica
- 11 - Ligações elétricas na residência
- 12 - Circuitos elétricos e sua representação.

As leituras com as respectivas atividades foram entregues aos alunos para serem feitas em casa e devolvidas na aula seguinte. As atividades constavam de exercícios ao final do capítulo e eventualmente resumo do capítulo. A sequência de aulas, com a organização das leituras e atividades, está apresentada na tabela abaixo.

Sequência de Aulas			
Aula	Conteúdo	Atividade	Leituras de Física GREF de Eletromagnetismo
1	Corrente elétrica.	1	Eletro 1 - capítulo - 4
2	Corrente elétrica.	2	Eletro 4 - capítulo - 23
3	Diferença de potencial	3	Eletro 4 - capítulo - 26
4	Energia elétrica e Potência elétrica.	4	Eletro 1 - capítulo - 5 Eletro 2 - capítulos - 7 e 8
5	Resistência elétrica.	5	Eletro 2 - capítulos - 9 e 10
6	Resistência elétrica.	6	Eletro 2 - capítulos - 11 e 12

Descrição das atividades das Leituras de Física do GREF de eletromagnetismo

(<http://axpfep1.if.usp.br/~gref>, 1998)

Atividade 1: Eletro 1 - Capítulo 4 - Cuidado é 110 ou 220?

As atividades deste capítulo são desenvolvidas nas páginas 13, 14 e 16. Na página 13 a atividade refere-se ao ato de selecionar informações de cinco aparelhos eletrônicos de sua residência. As informações serão identificadas e organizadas como grandezas físicas na página 14. Na página 16 a atividade é idêntica a da página 13 e 14, sendo que as informações são referentes a uma secadora ilustrada na própria página.

Atividade 2: Eletro 4 - Capítulo 23 - A corrente elétrica vista por dentro.

A atividade a ser desenvolvida neste capítulo é um resumo do próprio e a resolução dos exercícios 1 a 12 da página 92. Os exercícios desta página são referentes à estrutura atômica e a estrutura do metal e ao cálculo da intensidade da corrente elétrica.

Atividade 3: Eletro 4 - Capítulo 26 - Pilhas e baterias.

A atividade a ser desenvolvida neste capítulo é um resumo do próprio e a resolução dos exercícios 1 a 5 da página 104. Os exercícios desta página são referentes à estrutura de uma pilha ou bateria e a identificação e função dos elementos que compõe a estrutura das mesmas.

Atividade 4: Eletro 1 - Capítulo 5 - A conta de luz; Eletro 2 - Capítulos 7 - Chuveiros elétricos e 8 - Lâmpadas e fusíveis.

A atividade é referente aos três capítulos. A atividade desenvolvida no capítulo 5 é um resumo do próprio e a resolução dos exercícios 1 e 2 da página 20. Os exercícios desta página são referentes ao cálculo do valor da energia elétrica de uma residência ou de um aparelho e da influência da potência e do tempo de uso de cada aparelho no consumo da energia elétrica. Nos capítulos 7 e 8 foram pedidos exercícios de final do capítulo: exercícios 1 e 2 da página 28 e exercícios 1 a 5 e rapidinhas a, b e c da página 32. Os exercícios da página 28 são referentes à estrutura de um chuveiro elétrico com a identificação das funções dos elementos que o compõe. Na página 32 os exercícios são

referentes à estrutura de lâmpadas, fusíveis e disjuntores com a identificação de suas funções quanto ao funcionamento.

Atividade 5: Eletro 2 - Capítulos 9 - A potência nos aparelhos resistivos e 10 - O controle da corrente elétrica.

A atividade se refere aos dois capítulos. Não foi possível pedir o resumo de todos os textos, devido ao curto tempo para o aluno desenvolvê-lo. A atividade do capítulo 9 foi à resolução dos exercícios parte 1, 2 e efeito bumerangue da página 36. Já no capítulo 10 foi pedido um resumo do próprio e os exercícios 1, 2 e parte 1 e 2 da página 40. Os exercícios das páginas 36 e 40 são referentes à influência da diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica na potência elétrica dos aparelhos que influi na temperatura nos mesmos.

Atividade 6: Eletro 2 - Capítulos 11 - Ligações elétricas na residência e 12 - Circuitos elétricos e sua representação.

A atividade é referente aos dois capítulos. As atividades desenvolvidas nos capítulos 11 e 12 são resumos dos próprios e os exercícios 1 e 2 da página 44. Os exercícios da página 44 são referentes à montagem de instalações elétricas residências. Nesta atividade é pedido o resumo dos dois capítulos por terem poucos exercícios.

As atividades a serem realizadas necessitam de um número maior de exercícios em alguns capítulos. Os exercícios destes capítulos estimulam o aluno a ler, pensar e questionar sobre o conteúdo do capítulo que tem uma relação com seu cotidiano.

4. - Plano de Aula

Duas aulas de (50 min)	Conteúdos, estratégias, materiais e recursos. atividades Para as duas turmas	Atividades extra-classe para turma experimental		
		Capítulos das Leituras de Física do GREF		Resumo do capítulo e as atividades das Leituras de Física do GREF
1	Aula expositiva, com giz e quadro negro, sobre a corrente elétrica: intensidade e sentido convencional de uma corrente com resolução de exercícios. Distribuição do questionário sobre corrente elétrica (a seguir), para responder em casa para a aula expositiva com o equipamento experimental.	4	Cuidado! É 110 ou 220?	Neste capítulo temos uma pequena introdução sobre corrente elétrica, tensão elétrica, potência elétrica e frequência. ➤ Atividade das páginas 13, 14 e 16.
2	Aula expositiva sobre corrente elétrica contínua e alternada e medida da intensidade da mesma. Solução do questionário usando as montagens experimentais referentes à corrente elétrica.	23	A corrente elétrica vista por dentro	Define um modelo físico para o metal na ausência e com a presença de corrente elétrica. ➤ Resumo sobre o capítulo. ➤ Página 92 – exercícios de 1 a 12.
3	Aula expositiva, com giz, quadro negro e experiências demonstrativas, sobre diferença de potencial, associação de pilhas e medida da diferença de potencial. Aplicação do questionário de diferença de potencial (a seguir). Solução do questionário realizando demonstrações com o material experimental.	26	Pilhas e baterias	Fala sobre geradores de energia elétrica. ➤ Resumo sobre o capítulo. ➤ Página 104 – exercícios de 1 a 5.

4	Aula expositiva sobre energia elétrica, potência elétrica e efeito Joule. Resolução de exercícios de fixação utilizando conta de luz.	5	A conta de luz	Descreve a conta de luz mostrando que o valor cobrado pelas empresas de energia é referente à “energia elétrica” consumida pelo usuário. ➤ Resumo sobre o capítulo. ➤ Página 20 – exercícios 1, 2.
		7	Chuveiros elétricos	Descreve os conceitos envolvidos no circuito elétrico do chuveiro elétrico. ➤ Página 28 – exercícios 1 e 2.
		8	Lâmpadas e fusíveis	Descreve o funcionamento e os diferentes brilhos das lâmpadas e a função dos fusíveis e como funcionam. ➤ Página 32 – exercícios de 1 a 5 e rapidinhas a, b e c.
5	Aula expositiva sobre resistência elétrica, lei de Ohm e resistividade elétrica dos materiais. Resolução de exercícios utilizando quadro negro. São mostrados diversos tipos de resistências comerciais. Distribuição do questionário sobre associação de resistores (a seguir) para responder em casa..	9	A potência nos aparelhos resistivos.	Descrevem os conceitos sobre potência elétrica, corrente elétrica, efeito Joule e tensão. ➤ Página 36 – exercícios parte 1, 2 e efeito bumerangue.
		10	O controle da corrente elétrica	Descreve os conceitos de resistência elétrica, resistividade e lei de Ohm. ➤ Resumo sobre o capítulo. ➤ Página 40 – exercícios 1, 2 e parte 1 e 2.
6	Aula expositiva, com giz, quadro negro e experiências demonstrativas, sobre associação de resistores em série, em paralelo e associação mista. Resolução de exercícios de fixação. Solução do questionário da aula passada usando montagens experimentais referentes à associação de resistores.	11	Ligações elétricas na residência	Descreve as instalações elétricas de casa, os tipos de ligações, série e paralelo, e como os aparelhos devem ser instalados. ➤ Resumo sobre o capítulo. ➤ Página 44 – exercícios 1 e 2.
		12	Circuitos elétricos e sua representação	Descreve uma definição mais profunda das ligações em série e em paralelo. ➤ Resumo sobre o capítulo.

5. - Estratégias Utilizadas

Diversas estratégias são utilizadas em sala de aula nos grupos. A introdução das leituras de Física do GREF (<http://axpfep1.if.usp.br/~gref>, 1998) é uma intervenção adicional e foi objeto deste trabalho.

5.1. - Experiências demonstrativas como estratégia didática.

O professor deve possuir um leque de estratégias que se adaptam ao conteúdo, sendo uma necessidade tornar a matéria menos abstrata para o aluno. Na disciplina de física é necessário que os alunos aprendam a observar, tenham contato de instrumentos de medida que os façam interagir com os fenômenos físicos. As atividades experimentais com um caráter de demonstração são as mais adequadas para as aulas do Ensino Médio. A experiência demonstrativa pode estimular observações, motivar discussões e permitir o aprofundamento de aspectos conceituais e práticos relacionados com o equipamento demonstrativo. O uso de questionários ajuda a engajar o aluno. A possibilidade de levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica são objetivos almejados. A experiência demonstrativa apresenta como limitações não proporcionar ao aluno um manuseio com o equipamento experimental, através de medidas e erros feitos e corrigido no contato com o experimento. Entretanto, o laboratório de física é raro no Ensino Médio, principalmente por motivos financeiros, de espaço físico e de tempo. A experiência demonstrativa é uma das estratégias mais adequadas ao Ensino Médio.

A descrição do questionário, com as fotos do equipamento em cada situação problema, é mostrada na página 16. Algumas das situações que os alunos teriam que responder antes de visualizar as montagens são soluções do questionário aplicado. O equipamento demonstrativo é composto de um sistema de tomadas, sujeito aos curtos-circuitos, que pode simular várias associações com lâmpadas e elaborar várias medidas. O professor para utilizar o material didático tem que ter uma preparação para que o experimento demonstrativo tenha uma ligação com o conteúdo lecionado e estimule o aluno na aprendizagem e construção de conceitos e modelos científicos. As atividades experimentais com apoio de um questionário são apresentadas como situações-problema

para o discente, de forma a identificar as soluções propostas e promover uma discussão quanto à sua pertinência frente aos resultados encontrados.

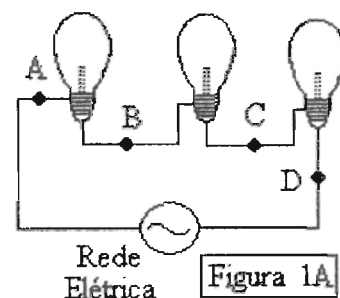
5.2. - Questionários sobre as demonstrações em aula

Este conjunto de questionários foi elaborado para criar conflitos cognitivos com as concepções espontâneas dos alunos. As concepções espontâneas utilizadas neste conjunto de questionários encontram-se na página 3 de autoria de Barbosa, Paulo & Rinaldi (1999), McDermott & Shaffer (1992), Barros Filho & Silva (1999), Aguiar Jr. (1999) e Farias (2003). O conflito tem a função de ensinar os alunos através de seus próprios erros. O questionário se refere a uma experiência demonstrativa realizada em sala de aula, a qual apresenta visualmente as situações propostas. Ele é aplicado para a resolução dos alunos, que depois observam as soluções na própria experiência demonstrativa (ver anexo). A grande parte dos alunos responde as perguntas erradamente, mas depois compreendem o que foi explicado usando os modelos científicos para corrigir seus erros.

Foram aplicados três questionários, intitulados: Diferença de Potencial, Corrente Elétrica e Associação de Resistores. O questionário sobre corrente elétrica foi aplicado na segunda aula de eletrodinâmica. O questionário sobre diferença de potencial foi aplicado na terceira aula de eletrodinâmica. O questionário sobre associação de resistores foi aplicado na quinta aula, conforme descrito no plano de aula.

5.2.1 - Questionário de corrente elétrica

1. Desenhe como é feita a medida da corrente elétrica nos pontos A, B e C do circuito elétrico da figura 1A. Explique o que podemos esperar destas medidas.



Demonstração 1

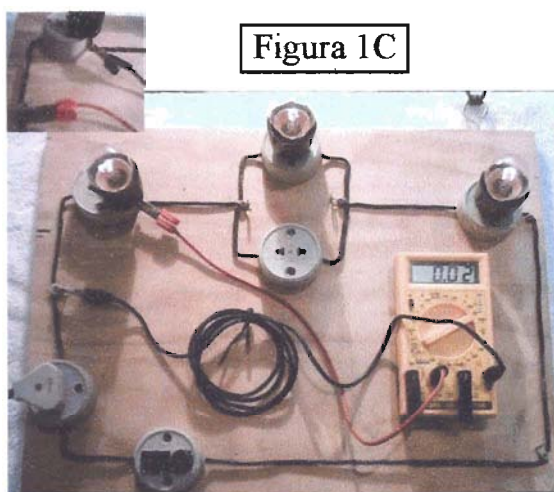


Figura 1C

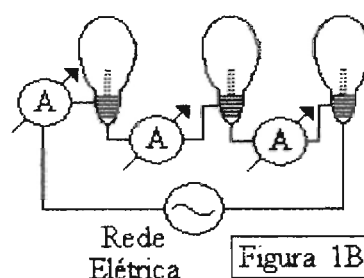


Figura 1B

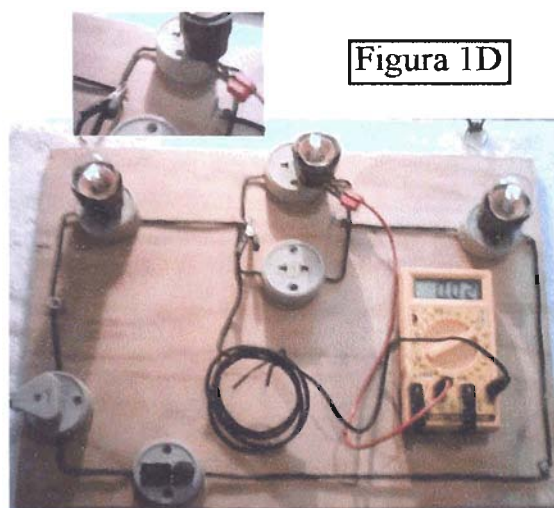


Figura 1D

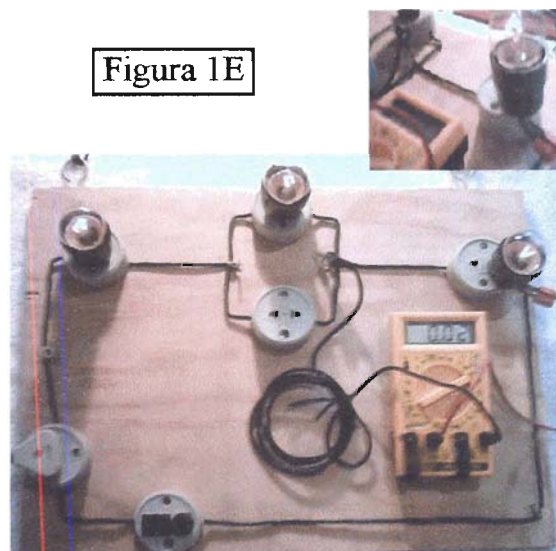


Figura 1E

Figura 1A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

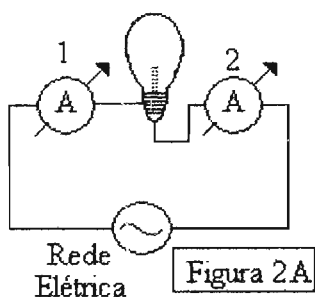
Figura 1B – Esquema da montagem do circuito elétrico com as respostas da medida da corrente elétrica.

Figura 1C – Demonstração da resposta da primeira medida da corrente elétrica.

Figura 1D – Demonstração da resposta da segunda medida da corrente elétrica.

Figura 1E – Demonstração da resposta da terceira medida da corrente elétrica.

2. No circuito elétrico da figura 2A compare, explique e comente os resultados dos valores medidos pelos amperímetros 1 e 2.



Demonstração 2

Figura 2B

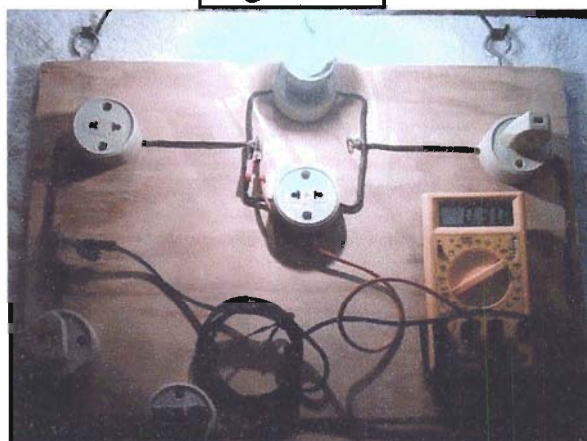


Figura 2C

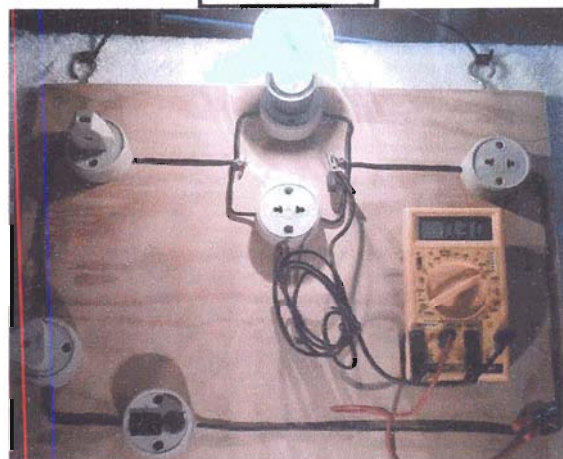
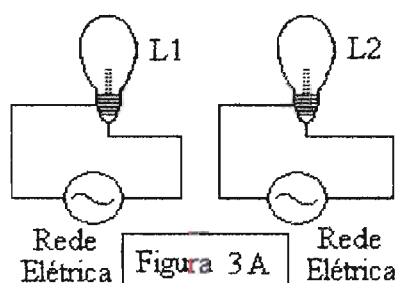


Figura 2A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 2B – Demonstração da resposta da primeira medida da corrente elétrica.

Figura 2C – Demonstração da resposta da segunda medida da corrente elétrica.

3. Nos circuitos elétricos da figura 3A a lâmpada L1 é de potência menor que a lâmpada L2. Explique e analise a corrente elétrica dos circuitos elétricos.



Demonstração 3

Figura 3B

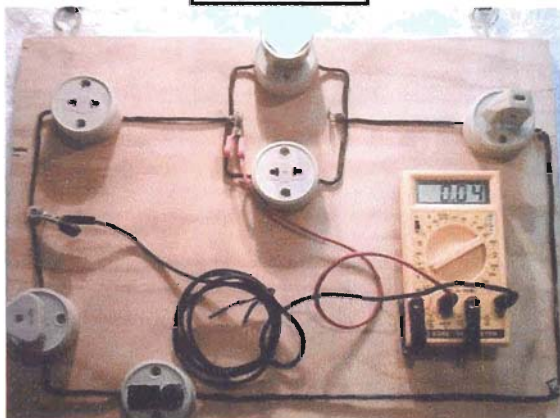


Figura 3C



Figura 3A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 3B – Demonstração da resposta da primeira medida da corrente elétrica.

Figura 3C – Demonstração da resposta da segunda medida da corrente elétrica.

5.2.2 - Questionário de diferença de potencial

1. Desenhe a posição do voltímetro para realizar a medida da diferença de potencial na lâmpada do circuito elétrico da figura 4A; explique como você chegou a esta conclusão.

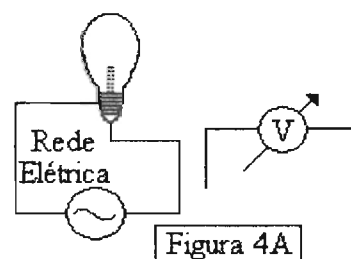


Figura 4A

Demonstração 4

Figura 4C

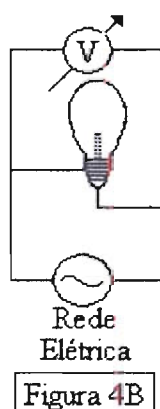
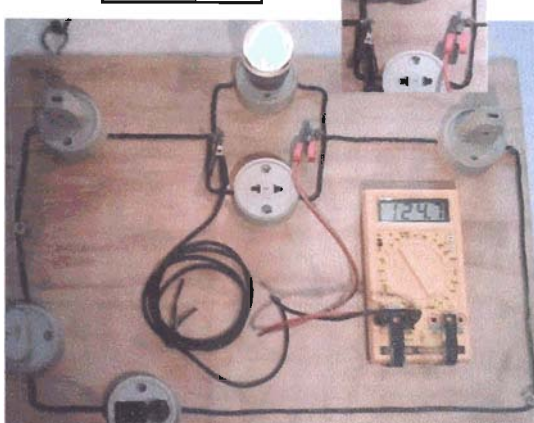


Figura 4B

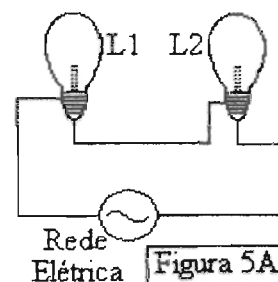
Figura 4A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 4B – Esquema da montagem com a resposta da medida da diferença de potencial.

Figura 4C – Demonstração da resposta da medida da diferença de potencial.

2. Comente e cite a diferença de potencial nos terminais de cada lâmpada da figura 2, comparando-as nos seguintes casos:

- a) Se a lâmpada L1 for de mesma potência da lâmpada L2.
b) Se a lâmpada L1 for de potência diferente da lâmpada L2.



Demonstração 5 – Resposta da pergunta no caso a.

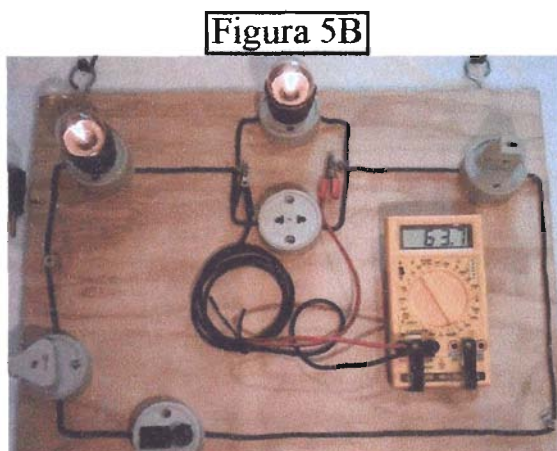


Figura 5B

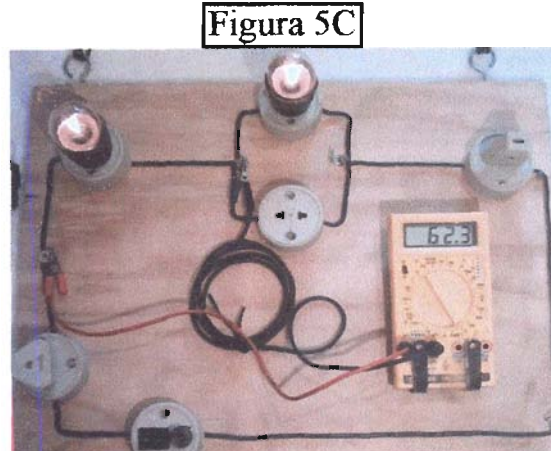


Figura 5C

Demonstração 5 - Resposta da pergunta no caso b.

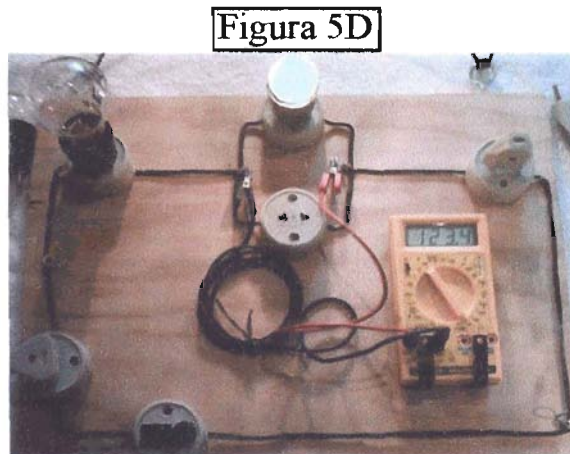


Figura 5D

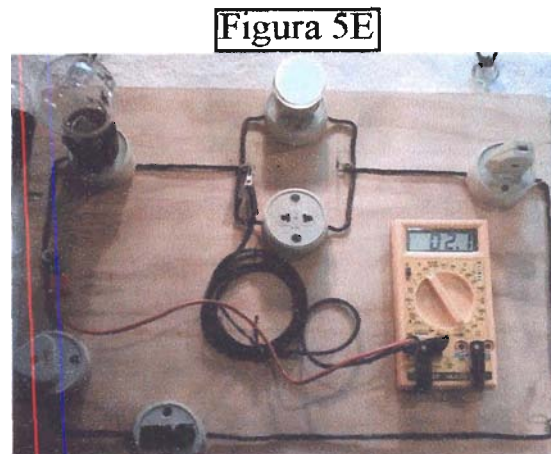


Figura 5E

Figura 5A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

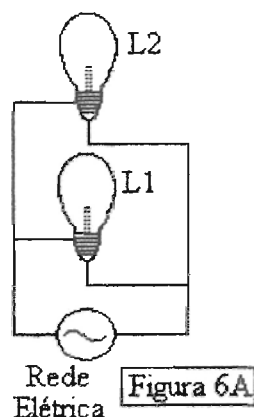
Figura 5B – Demonstração da resposta da primeira medida da diferença de potencial no caso a.

Figura 5C – Demonstração da resposta da segunda medida da diferença de potencial no caso a.

Figura 5D – Demonstração da resposta da primeira medida da diferença de potencial no caso b.

Figura 5E – Demonstração da resposta da segunda medida da diferença de potencial no caso b.

3. Comente e cite a diferença de potencial nos terminais de cada lâmpada da figura 6A, comparando-as nos seguintes casos:
- Se a lâmpada L1 for de mesma potência da lâmpada L2;
 - Se a lâmpada L1 for de potência diferente da lâmpada L2.



Demonstração 6 – a e b

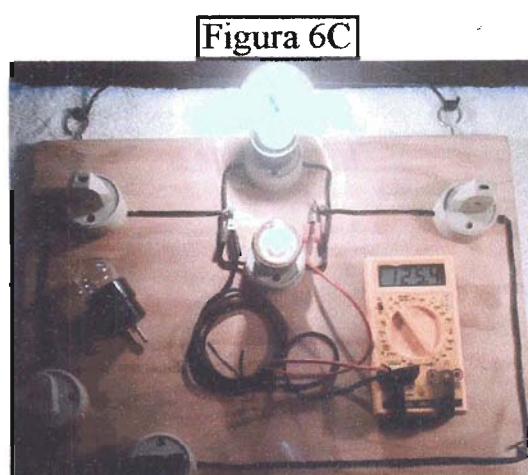
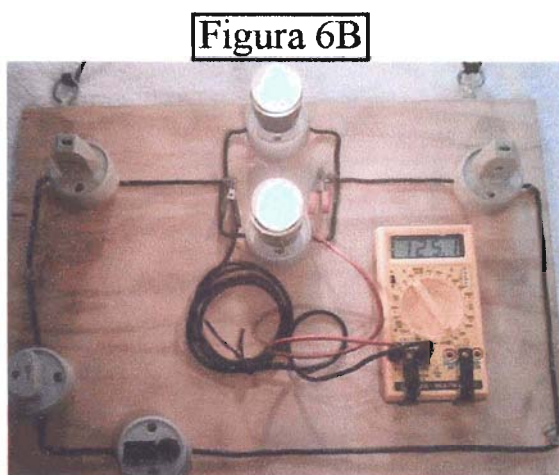
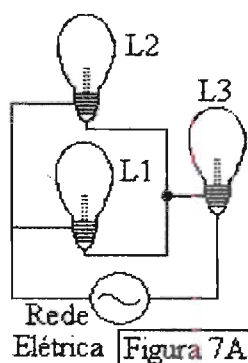


Figura 6A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 6B – Demonstração da resposta da medida da diferença de potencial no caso a.

Figura 6C – Demonstração da resposta da medida da diferença de potencial no caso b.

4. Para as três lâmpadas idênticas, explique a diferença de potencial nos seus terminais conforme indicado no circuito elétrico da figura 7A.



Demonstração 7

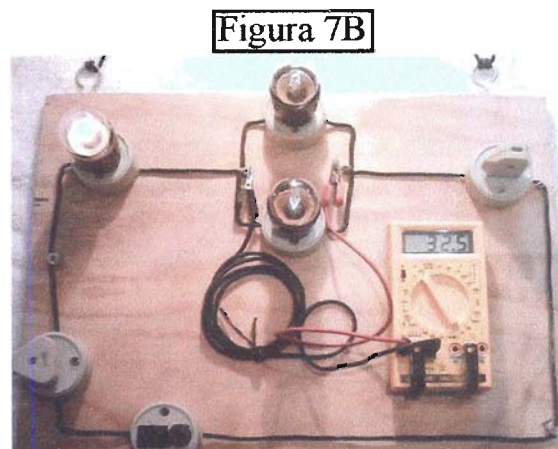
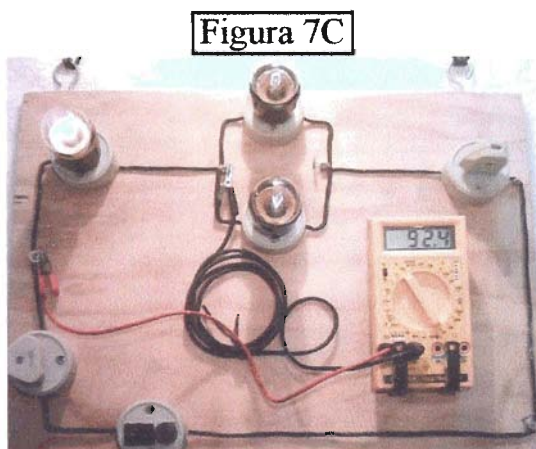


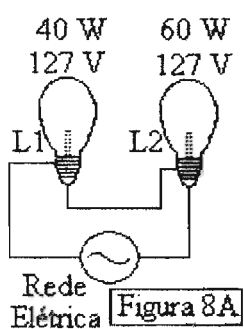
Figura 7A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 7B – Demonstração da resposta da primeira medida da diferença de potencial.

Figura 7C – Demonstração da resposta da segunda medida da diferença de potencial.

5.2.3 - Questionário de associação de resistores

1. Usando as especificações das lâmpadas da figura 8A, responda as seguintes perguntas:
 - a) Qual lâmpada brilhará com mais intensidade?
 - b) Ao retirarmos a lâmpada L2 qual será a intensidade do brilho das lâmpadas L1?



Demonstração 8 – a e b

Figura 8B



Figura 8C

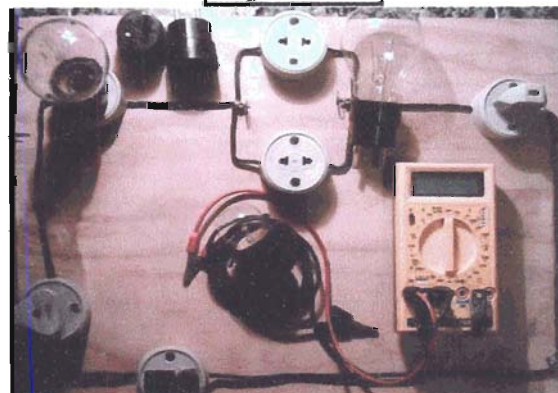


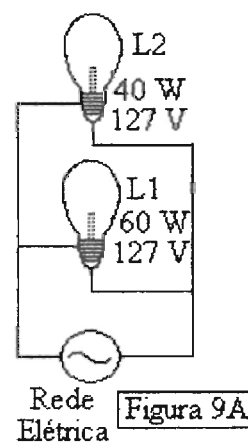
Figura 8A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 8B – Demonstração da resposta do brilho das lâmpadas da pergunta a.

Figura 8C – Demonstração da resposta do brilho da lâmpada L1 da pergunta b.

2. Usando as especificações das lâmpadas da figura 9A, responda as seguintes perguntas explicando suas conclusões:

- Qual lâmpada brilhará com mais intensidade?
- Ao retirarmos a lâmpada L2 qual será a intensidade do brilho da lâmpada L1?



Demonstração 9 – a e b

Figura 9B



Figura 9C

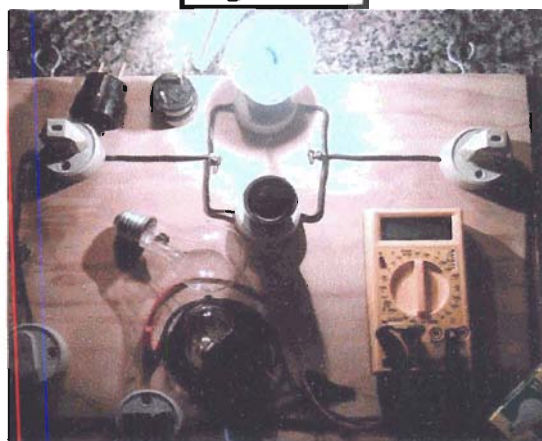


Figura 9A – Esquema da montagem do circuito elétrico proposto.

Figura 9B – Demonstração da resposta do brilho das lâmpadas da pergunta a.

Figura 9C – Demonstração da resposta do brilho da lâmpada L1 da pergunta b.

6. – Resultado da avaliação bimestral

A amostra para esse trabalho é constituída por duas turmas, uma turma controle com trinta e cinco alunos e outra turma experimental com trinta e três alunos. A seguir são apresentadas as questões, com enunciado, gabarito e análise das respostas.

1ª Questão

A questão é dividida em quatros itens, que procuram verificar a compreensão do aluno em relação aos símbolos das grandezas elétricas, que estão apresentadas na maioria dos aparelhos elétricos.

O primeiro está relacionado à representação da tensão elétrica, o segundo está relacionado à representação da potência e o tipo de corrente elétrica, o terceiro está relacionado à representação da tensão e o tipo de corrente elétrica e o quarto está relacionado à representação da frequência da corrente alternada que o aparelho pode ser utilizado.

Todas as grandezas elétricas são mencionadas para utilização de um aparelho sem perda das características normais de funcionamento.

Enunciado

1. Que informações estão sendo fornecidas em cada um dos itens abaixo:

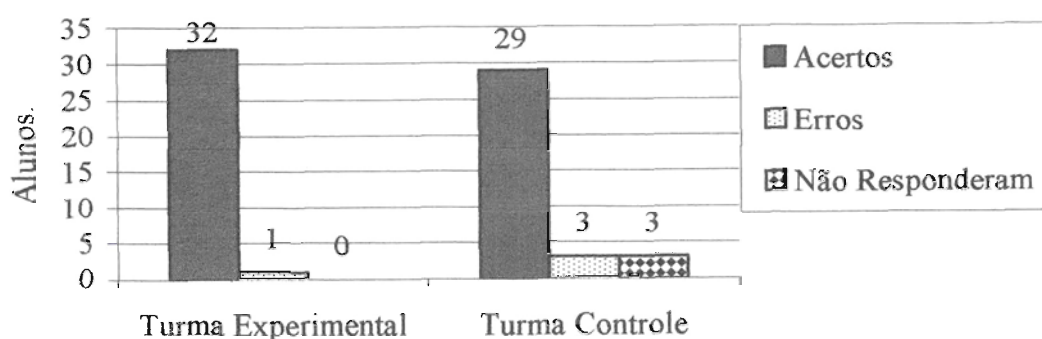
- I – 110/127 V _____
- II – 123 W – CA _____
- III – 3 V - CC _____
- IV – 50/60 Hz _____

Gabarito

- I. Tensão elétrica.
- II. Potência elétrica e corrente elétrica alternada.
- III. Tensão elétrica e corrente elétrica contínua.
- IV. Frequência

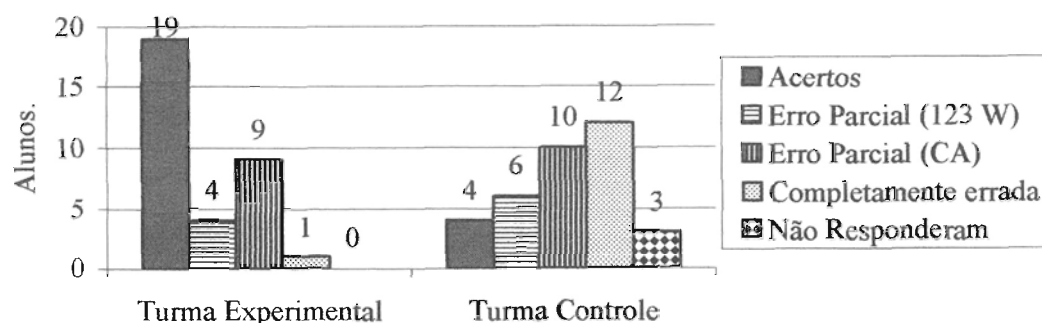
Resultado

I - 110/127 V \Rightarrow Tensão elétrica.



Houve um grande número de acertos. As duas turmas obtiveram um bom rendimento e isto se deve a questão versar sobre a tensão elétrica que é uma grandeza física comum para os alunos em seu cotidiano.

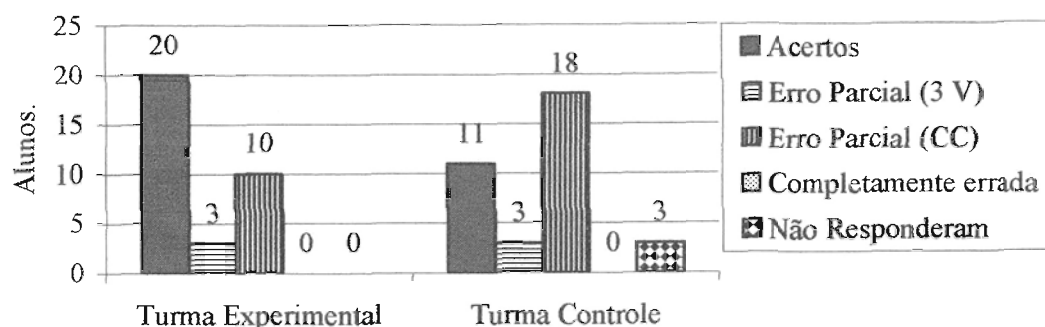
II - 123 W - CA \Rightarrow Potência elétrica e Corrente elétrica Alternada.



Houve um bom rendimento da turma experimental. Na turma controle o rendimento não foi o mesmo, tendo poucos acertos. Esta questão foi trabalhada no texto didático de apoio (GREF de Eletromagnetismo) na turma experimental.

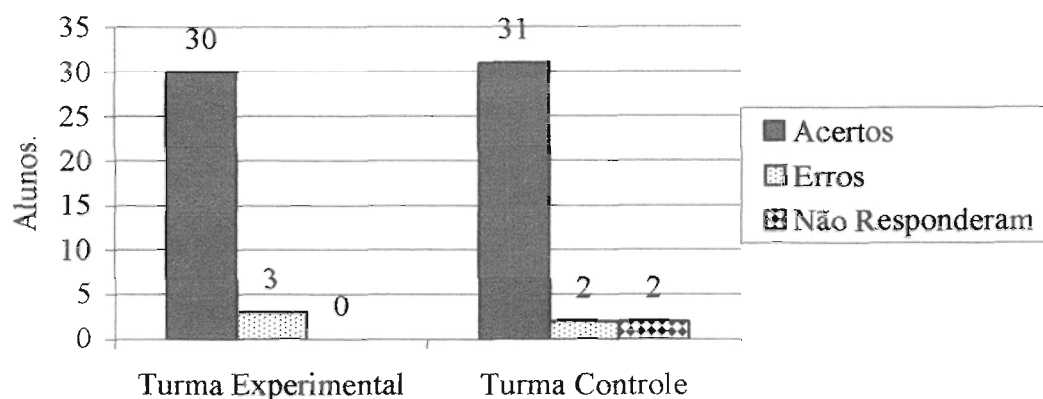
A grandeza potência elétrica foi respondida com sucesso na turma experimental enquanto que na turma de controle houve um grande número de erros. Já na grandeza corrente elétrica alternada muito dos alunos não classificaram o tipo de corrente elétrica dos aparelhos, sendo esta grandeza física pouco discutida no seu cotidiano. O grande número de erros obtidos na turma de controle (completamente errada – 12 alunos) pode sugerir que houve influência da aplicação do texto didático de apoio, Já que na turma experimental houve só um erro.

III – 3 V – CC \Rightarrow Tensão elétrica e corrente elétrica contínua.



Esta opção da questão I tem o mesmo formato da opção precedente e com grandezas das opções I e II. A comparação dos resultados das grandezas, tensão elétrica e corrente elétrica e sua classificação confirmam as análises dos resultados das outras opções tendo as porcentagens de acerto e erros idênticas.

IV - 50/60 Hz \Rightarrow Frequência.



Houve um grande número de acertos. As duas turmas obtiveram um bom rendimento e isto se deve a questão versar sobre a frequência que é uma grandeza física comum para os alunos em seu cotidiano. Na turma experimental, com três erros, os alunos trabalharam o capítulo quatro do GREF de Eletromagnetismo que contém atividades referentes à frequência da corrente alternada da rede elétrica. Através destas análises não é percebido se os alunos da turma experimental e de controle, responderam com o conceito que a frequência que estão descrevendo é a da corrente alternada da rede elétrica.

2ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão da grandeza elétrica apresentada na conta de luz, referente ao valor da energia consumida numa residência.

Enunciado

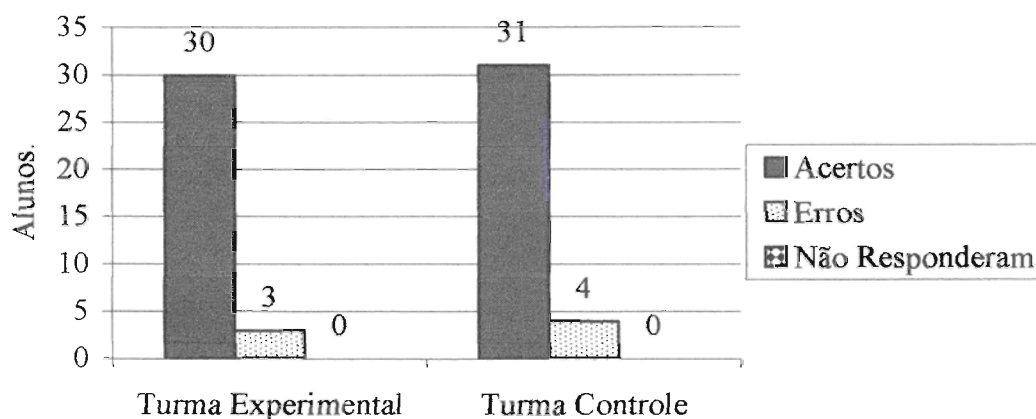
2. Numa conta de luz encontramos o seguinte valor 234 kWh. Ele se refere a:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| a) potência consumida | c) energia consumida |
| b) tensão consumida | d) corrente do circuito |

Gabarito

kWh \Rightarrow c. energia consumida

Resultado



Houve um grande número de acertos e como na questão precedente, as duas turmas obtiveram bom rendimento. A energia elétrica é uma grandeza física muito freqüente na mídia e no convívio, discutida no cotidiano através da conta de luz.

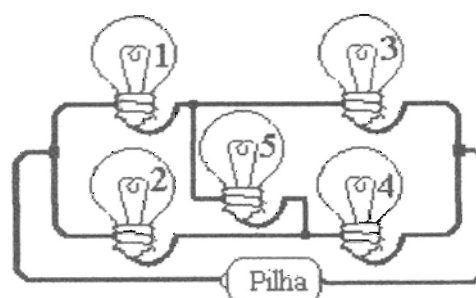
3ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão de diferença de potencial e análise de circuito elétrico.

Enunciado

3. Na figura estão representadas cinco lâmpadas iguais (1, 2, 3, 4 e 5). Qual destas lâmpadas não acenderá?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

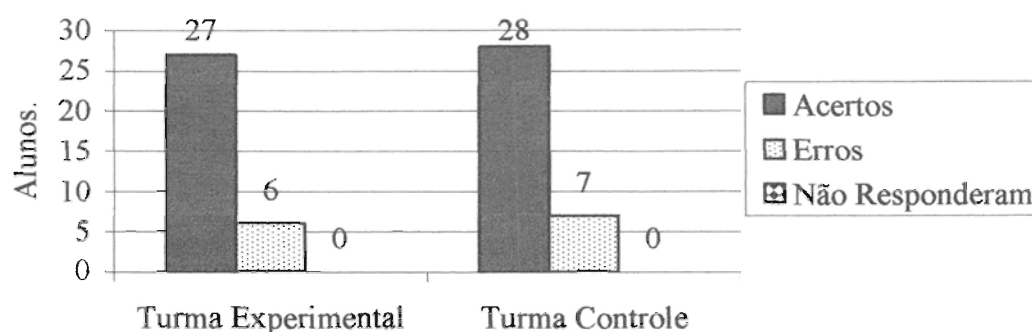


Gabarito

Letra e

A lâmpada 5, não tem diferença de potencial em seus terminais.

Resultado



Poucos alunos justificaram a resposta. Dentre as justificativas a posição ímpar da lâmpada cinco no circuito elétrico induziu grande parte das respostas. Três alunos da turma experimental e seis da turma controle deram essa justificativa. Dentre os que justificaram acertadamente, dois alunos da turma controle afirmaram que não circula corrente elétrica pela lâmpada em questão e cinco responderam que não há diferença de potencial entre os terminais da lâmpada cinco, sendo três da turma experimental e dois da turma de controle.

As justificativas indicam que a maioria dos alunos não utilizou o conceito de diferença de potencial no modelo físico para solucionar o problema, nas duas turmas. A posição da lâmpada cinco induziu a resposta certa. A posição da lâmpada no circuito resulta numa diferença de potencial nula entre os seus terminais.

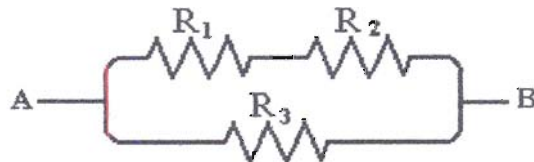
4ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão quantitativa e teórica de circuito elétrico misto com associação de resistores em série e paralelo.

Enunciado

4. Os resistores R_1 , R_2 e R_3 estão associados como indica a figura abaixo. Sabendo que $R_1 = 2,0 \, \Omega$, $R_2 = 2,0 \, \Omega$, e $R_3 = 4,0 \, \Omega$, podemos afirmar que a resistência equivalente entre os pontos A e B em ohms é de:

- a) 6,0 b) 4,0
c) 3,0 d) 2,0



Gabarito

Temos que R_1 e R_2 estão associados em série, então faremos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$R_{eq} = 2,0 + 2,0$$

$$R_{eq} = 4,0 \, \Omega$$



Temos que R_{eq} e R_3 estão associados em paralelo, então faremos:

$$(1 / R_{AB}) = (1 / R_1) + (1 / R_2)$$

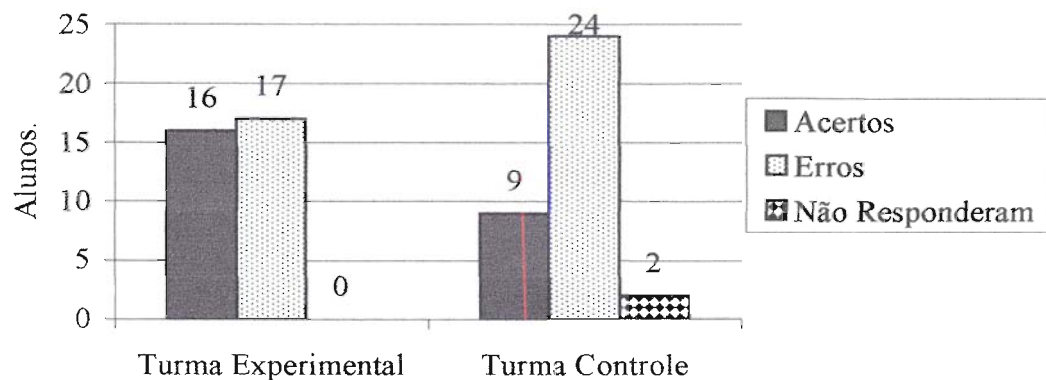
$$(1 / R_{AB}) = (1 / 4) + (1 / 4) = (2 / 4)$$

$$R_{AB} = 4 / 2$$

$$R_{AB} = 2,0 \, \Omega$$



Resultado



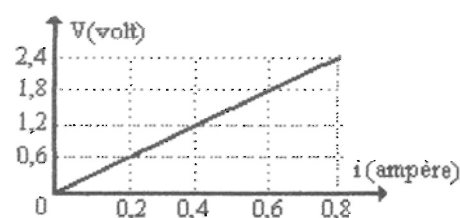
Nas duas turmas os alunos tiveram dificuldades em analisar o circuito elétrico. Na turma experimental metade dos alunos e na controle um quarto dos alunos obtiveram um bom rendimento. O número mais elevado de dificuldades na turma controle em relação à turma experimental parece ser um reflexo de não ter realizado o trabalho do texto didático. Na turma experimental o texto didático, GREF de eletromagnetismo, trabalha montagens de circuitos elétricos residenciais e tipos ligações elétricas. As atividades propostas nestes capítulos são resumos, cuja correção revela um grande número de erros, especialmente de análise de circuito misto e dificuldades com frações, refletindo na resolução matemática do circuito em paralelo.

5ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão gráfica da lei de Ohm.

Enunciado

5. Georg Simon Ohm formulou uma lei que relaciona três grandezas importantes no estudo da eletricidade: tensão (V), intensidade de corrente (i) e resistência (R). Baseado nessa lei, um estudante reproduziu a experiência de Ohm, obtendo o seguinte gráfico:



Calcule o valor da resistência do resistor utilizado na experiência.

Gabarito

Pela lei de Ohm teremos:

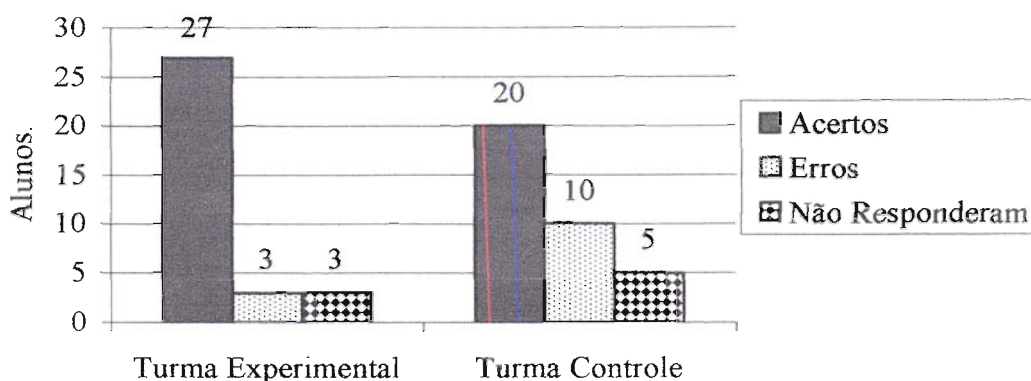
$$V = R \times i$$

$$R = V / i$$

$$R = 2,4 \text{ V} / 0,8 \text{ A}$$

$$R = 3,0 \, \Omega$$

Resultado



A associação do gráfico com a lei de Ohm foi objeto de dificuldade de interpretação. A turma controle teve mais dificuldade nesta associação. Todos os erros dos alunos foram referentes à leitura do gráfico. Nos textos do GREF de Eletromagnetismo não é abordada a análise gráfica. Tem, porém uma abordagem no capítulo dez da lei de Ohm a qual parece influenciar o bom rendimento da turma experimental.

A representação da unidade da grandeza elétrica calculada teve um grande número de erros na turma controle. Na turma experimental, pela influência do texto didático, teve um bom rendimento na representação da unidade da grandeza elétrica calculada.

6ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão quantitativa de potência elétrica através do cálculo da corrente elétrica.

Enunciado

6. Calcule a corrente que percorre o filamento de uma lâmpada de 120 V e 60 W.

Gabarito

Sendo: potência = tensão \times corrente elétrica

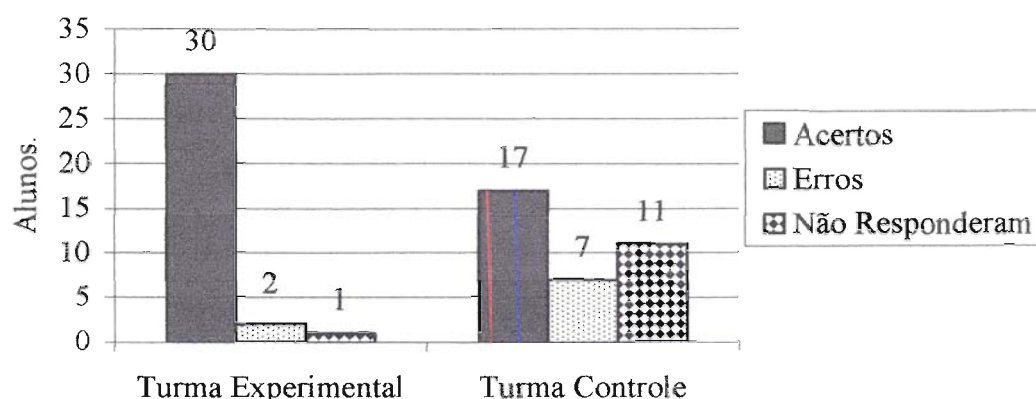
$$P = V \times i$$

$$i = P / V$$

$$i = 60W/120v$$

$$i = 0,5 A$$

Resultado



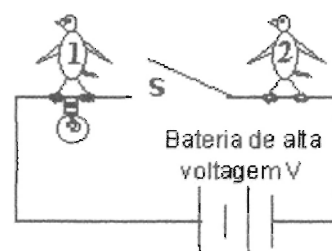
É observado que a turma experimental obteve um grande número de acertos, superior à turma controle. A turma experimental trabalhou potência elétrica nos capítulos quatro, sete, oito e nove do texto didático (GREF de Eletromagnetismo) tendo esta questão maior intensidade nas atividades no capítulo nove. A influência do capítulo nove é muito grande na turma experimental, tendo atividades referentes às análises quantitativas e qualitativas da corrente elétrica, que são idênticas a questão.

7ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão de diferença de potencial.

Enunciado

7. Ocorre choque elétrico quando uma corrente atravessa o corpo de um ser vivo. Considerem no circuito os pássaros 1 e 2 e a chave S. Nesta situação diga o que acontece aos pássaros com a chave S aberta e fechada?



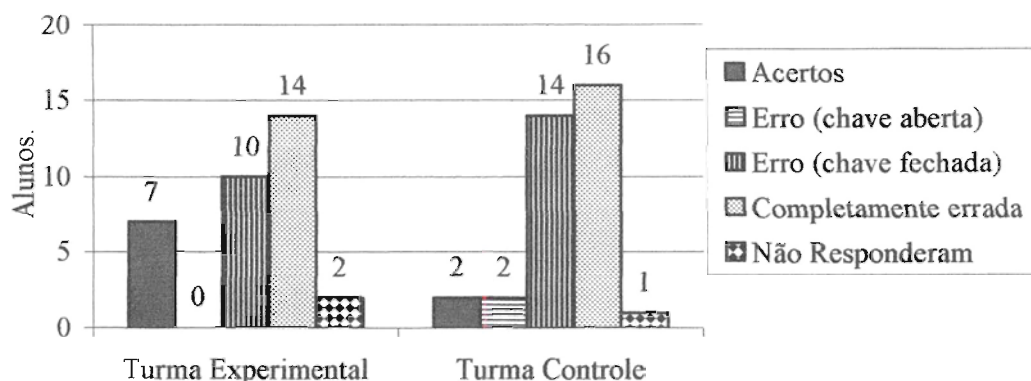
Gabarito

Chave Aberta \Rightarrow Os pássaros 1 e 2 não tomaram choque elétrico porque entre suas patas não tem diferença de potencial, não provocando a circulação de corrente elétrica pelo seu corpo.

Chave Fechada \Rightarrow O pássaro 1 tomará um choque elétrico porque entre suas patas tem uma lâmpada de resistência considerável provocando a divisão da corrente elétrica, que é devido à diferença de potencial existente nas patas do pássaro e nos terminais lâmpada.

O pássaro 2 não tomará um choque elétrico porque entre suas patas tem diferença de potencial infinitesimal, sendo a resistência elétrica do pássaro alta não circula corrente elétrica pelo seu corpo.

Resultado



As turmas controle e experimental apresentaram grande número de erros para a chave S fechada e aberta. Estes erros se referem à resposta segundo a qual com a chave S aberta os pássaros receberiam choque elétrico e com a chave S fechada o pássaro dois receberá choque elétrico. Com a chave S fechada não compreenderam que no pássaro 2 não há diferença de potencial entre suas patas. Os alunos que erraram a chave aberta também erram a chave fechada com exceção de dois alunos da turma controle. A análise dos resultados sugere que o texto didático (GREF de Eletromagnetismo) não ajudou na aprendizagem do conceito de diferença de potencial. Apesar de a turma experimental ter um número de acertos maior que a turma controle não tem como avaliar porque a diferença do número de acertos é pequena.

8ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão quantitativa de circuitos elétricos em série e em paralelo.

Enunciado

8. Um eletricista instalou numa casa, com tensão de 120 V, 10 lâmpadas iguais. Terminado o serviço, verificou que havia se enganado, colocando todas as lâmpadas em série. Ao medir a corrente no circuito, encontrou 0,05 A. Corrigindo o erro, ele colocou todas as lâmpadas em paralelo. Suponha que as resistências das lâmpadas não variam com a corrente. Após a modificação, ele mediu, para todas as lâmpadas acesas, uma corrente total de:

- a) 24 A b) 12 A c) 10 A d) 5,0 A

Gabarito

Na associação em série teremos que a resistência elétrica vale:

$$R_S = R_1 + R_2 + \dots + R_{10}$$

Sendo todas as lâmpadas iguais teremos:

$$R_S = 10 R$$

Pela lei de ohm teremos:

$$V = R \times i$$

$$120 \text{ V} = 10 R \times 0,05 \text{ A}$$

$$R = 120 \text{ V} / 0,5 \text{ A}$$

$$R = 240 \Omega$$

Na associação em paralelo teremos que a resistência elétrica vale:

$$1 / R_P = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots + 1 / R_{10}$$

Sendo todas as lâmpadas iguais a 240Ω teremos:

$$1 / R_P = 1 / 240 + 1 / 240 + \dots + 1 / 240$$

$$1 / R_P = 10 / 240$$

$$R_P = 240 / 10$$

$$R_P = 24 \Omega$$

Pela lei de ohm temos:

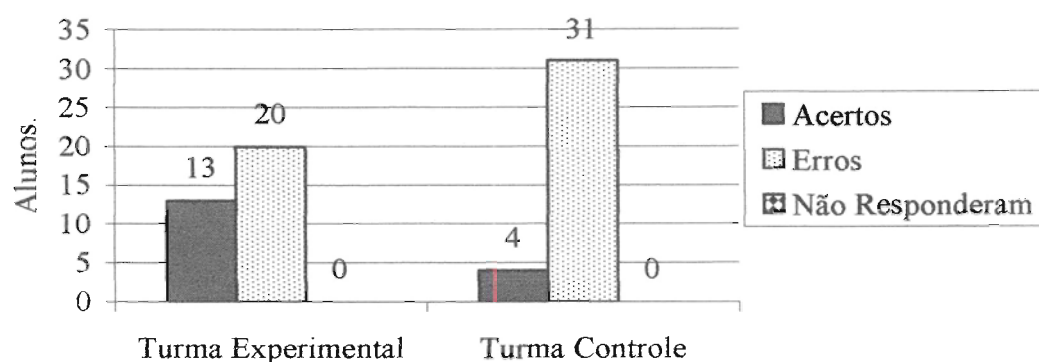
$$V = R \times i$$

$$120 \text{ V} = 24 \, \Omega \times i$$

$$i = 120 \text{ V} / 24 \, \Omega$$

$$i = 5 \text{ A.}$$

Resultado



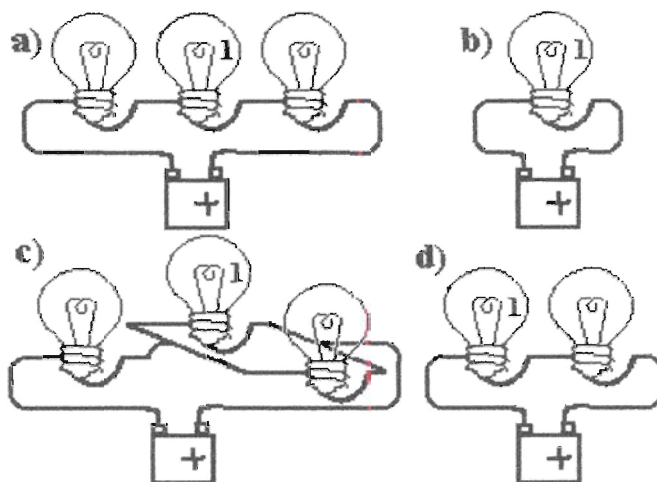
Nas duas turmas entre os alunos houve dificuldades em analisar o circuito elétrico. Na turma experimental treze dos alunos e na controle quatro dos alunos obtiveram um bom rendimento. O texto didático (GREF de eletromagnetismo) é trabalhado com montagens de circuitos elétricos residenciais e tipos ligações elétricas nos capítulos onze e doze, ajudando a turma experimental que teve um número de acertos maior que a turma controle. Os erros na análise do circuito com suas associações separadas apresentam uma dificuldade grande de interpretação para os alunos, refletindo na resolução do exercício e no número de acertos, apesar da diferença entre as turmas.

9ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão teórica de circuitos elétricos em relação à diferença de potencial no dispositivo usado.

Enunciado

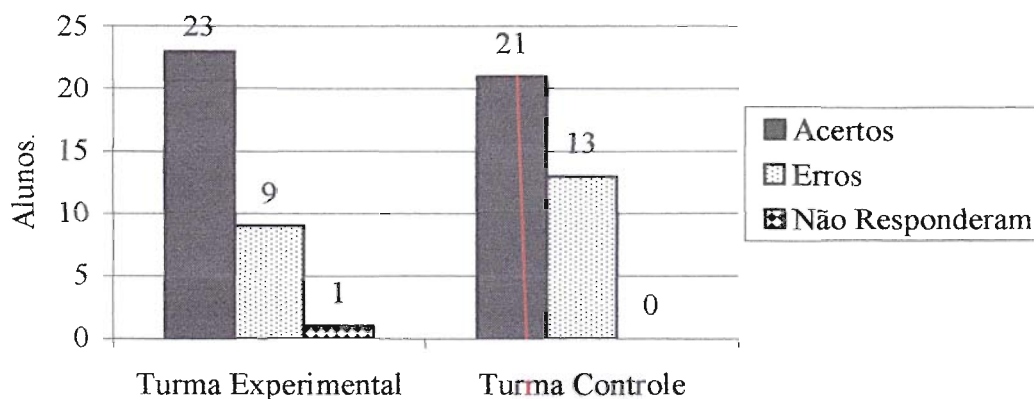
9. Observe os circuitos abaixo. Em qual deles a lâmpada 1 brilhará mais sendo todas as lâmpadas idênticas?



Gabarito

Será a letra b - Porque na opção b o circuito terá a menor resistência elétrica com isto terá maior corrente elétrica circulando pela lâmpada 1.

Resultado



As turmas obtiveram um número de acertos bons sem distinção entre os rendimentos das turmas, não tendo possibilidade de fazer uma análise da influência do texto didático nesta questão. Na turma experimental é observado que os erros ficaram

dispersos entre as opções. Já na turma controle os erros estão concentrados na opção c, sendo que as opções a e d são ligações em série podendo ele ter a noção que a diferença de potencial diminui nesta associação. Mesmo a letra c tendo a ligação em série não foi compreendida com a análise do circuito elétrico.

10ª Questão

Nesta questão procura-se fazer uma análise da compreensão quantitativa da energia elétrica consumida pelos dispositivos elétricos de uma residência.

Enunciado

10. A tabela abaixo mostra o tempo de uso diário de alguns dispositivos elétricos de uma residência.

Quantidade	Dispositivo	Potência	Tempo de uso diário de cada um
4	Lâmpada	60 W	5 horas
2	Lâmpada	100 W	4 horas
1	Chuveiro	4000 W	0,5 horas

Sendo R\$ 0,20 o preço total de 1kWh de energia elétrica, o custo de 30 dias da energia elétrica consumida nessa casa é:

- a) R\$ 20,00 b) R\$ 22,00 c) R\$ 24,00 d) R\$ 26,00

Gabarito

1º calcular a energia gasta por cada dispositivo por dia e depois somá-las.

Lâmpada de 60 W $E = P \times t$ $E = 60 \text{ W} \times 5 \text{ h}$ $E = 300 \text{ Wh}$ Sendo 4 Lâmpadas $E = 300 \text{ Wh} \times 4$ $E = 1200 \text{ Wh}$	Lâmpada de 100 W $E = P \times t$ $E = 100 \text{ W} \times 4 \text{ h}$ $E = 400 \text{ Wh}$ Sendo 2 Lâmpadas $E = 400 \text{ Wh} \times 2$ $E = 800 \text{ Wh}$	Chuveiro de 4000 W $E = P \times t$ $E = 4000 \text{ W} \times 0,5 \text{ h}$ $E = 2000 \text{ Wh}$ Sendo 1 Chuveiro $E = 2000 \text{ Wh} \times 1$ $E = 2000 \text{ Wh}$	Somando as energias gastas teremos: $E = 1200 + 800 + 2000$ $E = 4000 \text{ Wh}$ $E = 4,00 \text{ kWh}$
---	--	--	--

Calculando o custo diário:

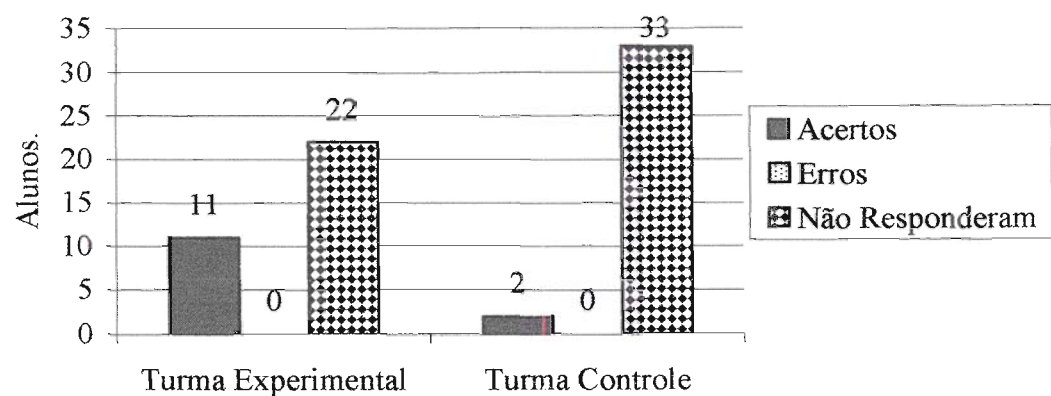
$$C = 4,00 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,20 / \text{kWh}$$

$$C = \text{R\$ } 0,80$$

Calculando o custo mensal:

$$\text{R\$ } 0,80 \times 30 \text{ dias} = \text{R\$ } 24,00$$

Resultado



Através da análise é observado que **todos** os alunos que justificaram a questão acertaram, não tendo erros entre os alunos nas **duas** turmas. Na turma experimental esta questão é trabalhada de forma **idêntica** no **capítulo** cinco **do** texto didático (GREF de eletromagnetismo) sendo refletido no **seu** **rendimento** referente à turma controle.

7. - Conclusão

Avaliou-se a influência do uso de material didático extra-classe, para estudar em casa e se a adoção dessa estratégia levaria o aluno a algum êxito na aprendizagem dos conteúdos ensinados. Notou-se, claramente, que os alunos cresceram em conhecimento, já que passaram a questionar, interagir, perguntar e se interessar pelo assunto. A leitura e a resolução dos exercícios modularam o interesse nas aulas normais, tanto durante a parte expositiva quanto durante as demonstrações com os experimentos. Os exercícios ao final de cada capítulo do GREF foram de grande influência para incentivar a volta aos textos dos capítulos para uma leitura cuidadosa, já que os alunos tendem a ler sem refletir sobre os conteúdos numa primeira leitura.

Ao final do bimestre pudemos concluir que a abundância de material fez com que os alunos se saíssem melhor não somente nas aulas, mas principalmente nas avaliações.

Em algumas das questões das avaliações a turma experimental se sobressaiu em relação à turma de controle; indicando a eficácia do material de apoio. Já em outras questões não foi possível esta análise, pois as duas turmas obtiveram os mesmos rendimentos, pelo fato dessas questões estarem presentes em seus cotidianos ou por serem determinadas questões de grande complexidade.

A maioria dos alunos demonstrou algum preconceito quanto à aplicação deste material didático em relação a sua estrutura indicando que eles não estão habituados com este tipo de trabalho. Para contornar essa dificuldade houve a necessidade de pontuação nas atividades para que os alunos interagissem com o material realizando as tarefas.

A partir da correção dos exercícios do GREF foi possível identificar algumas concepções espontâneas, que nos advertiram em relação a voltar ao conteúdo enfatizando os assuntos específicos e abordando com outros complementos. A leitura dos artigos da literatura sobre Ensino de Física foi importante para essa intervenção. As concepções espontâneas identificadas foram: dificuldade para distinguir e utilizar termos como diferença de potencial, tensão, corrente, energia e potencial; crença que a corrente é “usada” no circuito diminuindo após cada dispositivo elétrico; dificuldade em identificar conexão em série e paralelo, falhas em distinguir entre potencial e diferença de potencial, entre resistência equivalente de uma malha e a resistência de um elemento individual e entre seções conectadas em paralelo com uma bateria e conectadas em paralelo em outra

parte do circuito elétrico; identificar os fios fase e neutro de uma instalação residencial como sendo, respectivamente, os terminais (+) e (-).

Concluimos que aplicações freqüentes dos textos do GREF, empregados com a resolução de exercícios ao final de cada capítulo incentivam aos alunos a estudarem mais freqüentemente e não só no período das avaliações. Com a constante interação do aluno com o conteúdo, aumentaram-se as perguntas, curiosidades e houve uma melhora em relação à interpretação dos fenômenos estudados durante as aulas. Um resultado interessante para o professor foi que a partir das intervenções da turma experimental, com exemplos e discutindo as curiosidades trazidas pelos alunos, houve a necessidade de reformular as aulas na turma de controle, melhorando-as e assim mantendo-as iguais para o trabalho.

8. - Referências Bibliográficas

AGUIAR JR., O., **As três formas da equilibração: Análise do material didático de um curso de eletricidade básica.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, V.16, nº.1: p.72-91, abril, 1999.

BARBOSA, J. O., PAULO, S. R. & RINALDI, C., **Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, V.16, nº.1: p.105-122, abril, 1999.

MCDERMOTT, L. C. & SHAFFER, P. S., **Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. part I: investigation of student understanding.** Am. J. Phys. 60 (11), Novembro, 1992.

BARROS FILHO, J., & SILVA, D., **Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no nível médio.** Ciência e Educação, V.8, nº.1: p.27-38, 2002.

FARIAS, E. E., **Concepções alternativas em circuitos elétricos simples**. Trabalho de Final de curso de Graduação em Física, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2003.

GRUPO DE REESTRUTURAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Leituras de Física: GREF de Eletromagnetismo**, <http://axpfep1.if.usp.br/~gref>, São Paulo, 1998.

GRUPO DE REESTRUTURAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Física 3: Eletromagnetismo / GREF. 3ª edição**. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Média E Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média E Tecnológica**. – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

ARAÚJO, M. S. T. & SANTOS ABIB, M. L. V., **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, nº.2, Junho, 2003.

9 – Anexo

Figura 10

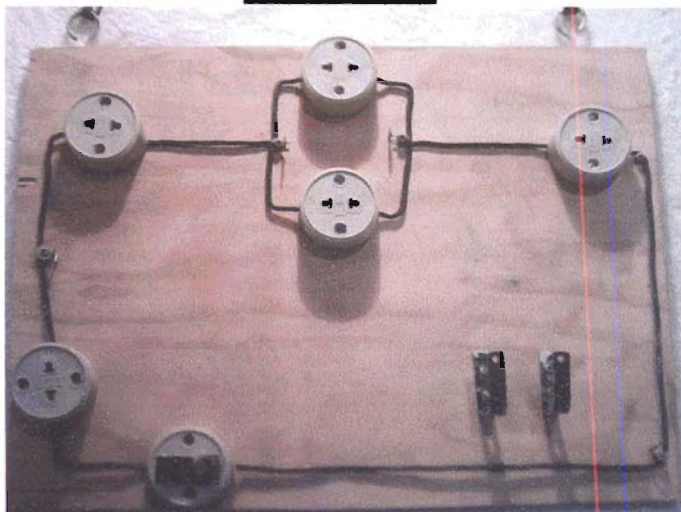


Figura 11



Figura 12



Figura 13



Figura 14

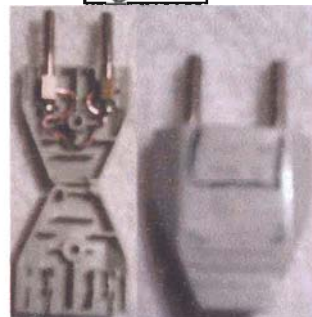


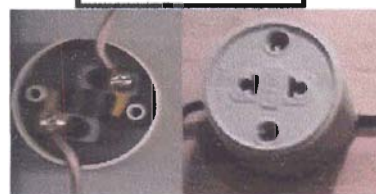
Figura 15



Figura 16



Figura 17



- Figura 10 – Montagem da base para a demonstração da experiência.
- Figura 11 – Mutiteste.
- Figura 12 – Conector com garra jacaré para a medida com o mutiteste.
- Figura 13 – Conector do experimento com a rede elétrica.
- Figura 14 – Tomada macho para a ligação na tomada fêmea.
- Figura 15 – Bocal macho para lâmpadas.
- Figura 16 – Porta Fusível e Chave liga e desliga.
- Figura 17 – Tomada fêmea vista por dentro e por fora.